

УДК 581.192.7

*ТЕХНОЛОГИЯ ХЛЕБА ИЗ ДИСПЕРГИРОВАННОГО
ЗЕРНА TRITICUM DICOSSUM*

Е.А. КУЗНЕЦОВА¹, Л.В. ШАЯПОВА¹, Я. БРИНДЗА², Е.А. КУЗНЕЦОВА¹

¹*Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева
302026, Российская Федерация, г. Орёл, ул. Комсомольская, 95,
электронная почта: elkuznetcova@yandex.ru*

²*Словацкий сельскохозяйственный университет в Нитре,
949 76, Словакия, г. Нитра, ул. Андрея Глинки, 2*

Актуальной проблемой является поиск нетрадиционного для хлебопечения сырья с целью расширения ассортимента хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности и антиоксидантной активности для профилактического питания. *Triticum dicossium* (полба) – один из древних видов пшеницы, который становится популярным для использования в хлебопечении благодаря пользе для здоровья. Целью работы является разработка технологии зерновых хлебобулочных изделий из диспергированного зерна *Triticum dicossium* (полбы). Объектом исследования было зерно *Triticum dicossium* (полба) сорта Саратовский, выращенное в Орловской области. В работе использовали стандартные методы исследования теста и хлеба. Разработана технология зернового хлеба из диспергированного зерна *Triticum dicossium*, включающая предварительное замачивание в растворе комплексного ферментного препарата целлюлолитического действия с фитазой и использование при приготовлении теста густой зерновой закваски из цельнозерновой пшеничной муки. Разработанный хлеб имел улучшенные показатели качества по сравнению с контрольным вариантом изготовленным по ГОСТ 25832-89, имел более длительные сроки сохранения свежести и обладал антиоксидантной активностью. Разработанные хлебобулочные изделия позволяют расширить ассортимент профилактических продуктов.

Ключевые слова: зерно, *Triticum dicossium*, ферментация, технология, хлеб.

Актуальной научной проблемой является повышение пищевой ценности хлебобулочных изделий. Хлеб из муки пшеницы высшего сорта содержит недостаточное количество незаменимых факторов питания (минеральных веществ, витаминов, пищевых волокон, антиоксидантов) и не может удовлетворить потребности организма человека в биологически активных веществах. Поэтому возникает необходимость поиска нетрадиционного для хлебопечения сырья с целью расширения ассортимента хлебобулочных изделий профилактического назначения.

Triticum dicossum (полба) – один из древних видов пшеницы. Он набирает популярность благодаря предполагаемой пользе для здоровья, а также ее пригодности для органического земледелия. В некоторых частях мира отдельные традиционные продукты питания, приготовленные из *Triticum dicossum*, являются предпочтительными из-за их текстуры и вкуса. Зерно полбы богато белком, пищевыми волокнами, биологически активными соединениями (минеральными веществами, витаминами группы В, незаменимыми аминокислотами, антиоксидантами) и его крахмал, как сообщается, имеет медленную усвояемость. Однако, как следует из литературных данных, содержание и состав биологически активных соединений различаются в зависимости от географического положения, сезонных колебаний, используемых сортов и применяемых аналитических методов [1, 2]. *Triticum dicossum* возделывают в Марокко, Индии, Испании, в Карпатах на границе Чешской и Словацкой республик, Албании, Турции, Швейцарии, Италии [3]. В России также в последнее время возрос интерес выращиванию и переработке полбы.

Технологические свойства *Triticum dicossum* считаются худшими по сравнению с коммерческими сортами пшеницы [4]. Несмотря на то, что в Италии, Турции и Швейцарии полба традиционно употребляется в виде хлеба, она не находит широкого применения из-за низкого качества клейковины. Это может быть связано с отсутствием высокомолекулярных субъединиц глютеина, которые отвечают за качественные характеристики теста для изготовления хлеба [5]. Разработаны технологии производства хлебобулочных изделий из ржаной муки в смеси с полбяной мукой на гречневой закваске [6, 7] и зернового хлеба из полбы с сухой пшеничной клейковиной и аскорбиновой кислотой [8].

Целью работы является разработка технологии зерновых хлебобулочных изделий из диспергированного зерна *Triticum dicossum* (полбы).

Объектом исследования было зерно *Triticum dicossum* (полба) сорта Саратовский, выращенное в Орловской области. В работе использовали стандартные методы исследования теста и хлеба. Антиоксидантную активность образцов сырья и готовых хлебобулочных изделий определяли спектрофотометрическим методом в спиртовом экстракте, описанным [9] и основанном на определении процента ингибирования радикала DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил). Определена оптическая плотность растворов при взаимодействии DPPH с экстрактивными веществами на спектрофотометре «Спекорд М40» при длине волны 515 нм.

Зерно *Triticum dicossum* имеет плотные периферические оболочки [10]. Учитывая эту особенность, в технологии переработки зерна *Triticum dicossum* (полбы) для модификации структуры плодовой и семенной оболочек можно использовать ферментацию. Ферментный препарат на основе фитазы F 4.2В (Р-215) (продуцент *Penicillium canescens*) применяли на стадии замачивания зерна в технологии зерновых хлебобулочных изделий. В состав ферментного препарата входит комплекс ферментов: целлюбиогидролаза, β -глюканаза, ксиланаза и фитаза (фитазная активность 12008 ед./г, ксиланазная – 803 ед./г). Процесс ферментации проводили при оптимальных условиях для действия ферментов комплекса (рН 4,5 и температура 50°C) в условиях термостата. рН среды поддерживали постоянной с помощью цитратного буферного раствора. Гидромодуль 1:1,5. Рациональную дозу препарата и продолжительность процесса замачивания зерна (0,12 от массы сухих веществ зерна и 12 часов) установили экспериментально методом пробных лабораторных выпечек зернового хлеба. По окончании замачивания зерно влажностью 42-48% тщательно промывали проточной водопроводной водой. Затем зерно полбы измельчали на диспергаторе Homogenizer 1094 фирмы «Текатор» до однородной консистенции.

Тесто для зернового хлеба готовили двухфазным способом на густой закваске из цельнозерновой пшеничной муки. В состав закваски входили чистые культуры молочнокислых бактерий *L. plantarum*-30, *L. casei*-26, *L.*
<http://nck.kubsu.ru/mc/2889>

brevis-1, *L. fermenti*-34, *L. rhamnosus* В 8238 и дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Для приготовления теста воду подогревали до 35 °С, растворяли в ней соль, добавляли закваску (W=50 %) и эту смесь вносили в зерновую массу *Triticum dicossum* после диспергирования. Количество густой зерновой закваски составило 50 % от массы диспергированного зерна. Тесто перемешивали 7-10 минут. Брожение осуществляли при температуре 30 °С 90 минут. Для выпечки тесто массой 300 грамм укладывали в смазанную маслом форму и проводили расстойку с увлажнением при температуре 35 °С в течение 20-45 минут. Готовность тестовых заготовок определяли органолептически. Выпекали образцы хлеба в лабораторной электропечи ПРШ-11 при температуре 200-220 °С в течение 40-45 минут. Через четыре часа после выпечки проводили сенсорный анализ хлеба и определяли его физико-химические показатели. За контроль принимали хлеб, выработанный по ГОСТ 25832-89.

В тесте, приготовленном из диспергированного ферментированного зерна *Triticum dicossum* с добавлением густой зерновой закваски интенсивность газообразования выше, чем в контрольном варианте. Количество выделившегося за 5 часов брожения углекислого газа в опытном варианте на 20,8% больше по сравнению с контролем. Под действием ферментного комплекса препарата и собственных ферментов зерна, активизирующихся в процессе замачивания, происходит гидролиз полисахаридов, изменяется баланс влаги в тесте. В процессе ферментации зерна *Triticum dicossum* накапливаются продукты гидролиза полисахаридов – низкомолекулярные сахара, которые являются дополнительным питанием для дрожжей. Это способствует повышению бродильной активности дрожжей, повышается интенсивность газообразования. Под действием фермента фитазы, входящего в состав комплекса используемого ферментного препарата, разрушаются фитаты кальция, магния и других минеральных элементов. Высвободившиеся микроэлементы являются активаторами многих

ферментативных реакций и стимулируют энергетический обмен в клетках дрожжей.

Реологические свойства выбродившего теста определяли на автоматизированном пенетрометре АП-4/2 по показателю предельного напряжения сдвига.

В опытном варианте предельное напряжение сдвига уменьшается на 18,3% по сравнению с контролем. Вероятно, ферментация зерна *Triticum dicossum* способствуют снижению показателя предельного напряжения сдвига. Это обусловлено деструкцией структурных полисахаридов оболочек зерновки под действием биокатализаторов с образованием низкомолекулярных продуктов реакции. Таким образом, в тесте из массы диспергированного зерна полбы после ферментации сохраняются структурно-механические свойства, по сравнению с контролем. При внесении 50 % закваски в тесто из диспергированного зерна полбы вносится большее количество муки из целого зерна пшеницы, которая содержится в закваске, в результате чего образуется более прочный клейковинный каркас, что благоприятно сказывается на реологических свойствах теста.

Оценка образцов зернового хлеба из диспергированного зерна *Triticum dicossum* показала, что они имели правильную форму, без боковых выплывов, с выпуклой слегка бугристой шероховатой верхней поверхностью, без крупных трещин и подрывов. Наблюдалась мучнистость поверхности. Достаточно равномерно окрашенная корка имела окраску от светло-коричневой (контроль) до коричневой, без подгорелости. Мякиш был пропечённый, сухой на ощупь, без комочков и следов непромеса. Поры в исследуемых образцах были равномерно развитыми, однородной величины и толщины, без пустот, Поры в контроле были иногда недоразвитыми, разной величины и толщины, порой с пустотами. Запах и вкус были свойственны зерновому хлебу.

Физико-химические показатели зернового хлеба из диспергированного зерна *Triticum dicossum* представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели хлеба из диспергированного зерна *Triticum dicossum*

Наименование показателя	Контроль по ГОСТ25832-89.	Хлеб из диспергированного зерна <i>Triticum dicossum</i>
Удельный объем, см ³ / г	1,82	1,88
Пористость, %	58,8	60,0
Кислотность, град	5,0-5,5	5,0-5,5
Влажность, %	43,0-44,0	43,0-44,0

Результаты исследования показали, что пористость и удельный объём хлеба из диспергированного зерна *Triticum dicossum* на 9,0 % и 4,5% выше по сравнению с контрольным образцом.

Результаты определения изменения структурно-механических свойств мякиша зернового хлеба осуществляли с помощью пенетрометра АП-4/2 через каждые 4, 16, 24 и 48 часов хранения по методике, предлагаемой к прибору. Экспериментальные данные по изменению общей деформации сжатия хлеба в процессе хранения представлены на рисунке 1.

Полученные результаты показывают, что хлеб из диспергированного зерна *Triticum dicossum* имеет более длительный срок сохранения свежести. Этому способствует использование процесса ферментации в технологии хлеба и применение густой зерновой закваски. Благодаря образованию продуктов гидролиза некрахмальных полисахаридов, обладающих гидрофильными свойствами, происходит предотвращение процесса ретроградации крахмала.

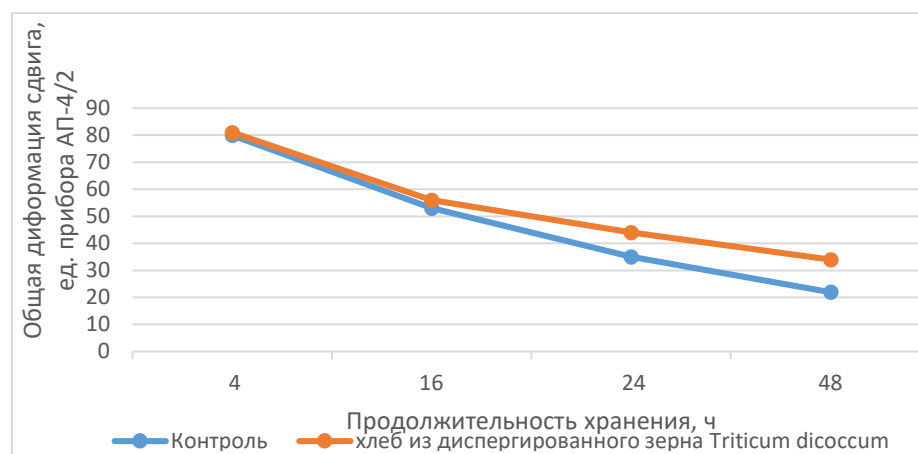


Рисунок 1 - Изменение структурно-механических свойств мякиша зернового хлеба в процессе хранения

Была определена антиоксидантная активность разработанного хлебобулочного изделия. Она составила 27,5% ингибирования радикала DPPH, в то время как для контрольного варианта антиоксидантная активность была равна 9,8% ингибирования радикала DPPH.

Таким образом, была разработана технология хлеба из диспергированного зерна *Triticum dicoccum*. Технология включает стадию замачивания зерна в буферном растворе, содержащем комплексный ферментный препарат, содержащий целлюлазный комплекс и фитазу. После замачивания зерно диспергировали и при замесе теста вносили густую зерновую закваску, приготовленную из цельнозерновой пшеничной муки с использованием чистых культур молочнокислых бактерий и хлебопекарных дрожжей. Полученные хлебобулочные изделия имели сенсорные показатели и физико-химические свойства сопоставимые с контролем, а также обладали повышенным сроком сохранения свежести. Хлеб из диспергированного зерна *Triticum dicoccum* обладал повышенной антиоксидантной активностью.

Разработанные хлебобулочные изделия позволяют расширить ассортимент профилактических продуктов.

Е.А. Кузнецова (ID 25847) благодарит Агентство SAIA за предоставленную финансовую поддержку и возможность проведения исследований в Институте сохранения биоразнообразия и биобезопасности факультета агробиологии и пищевых ресурсов Словацкого сельскохозяйственного университета в Нитре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Duchoňová, L. Cereals as basis of preventing nutrition against obesity./ L. Duchoňová, E. Šturdík // *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 2010.- Vol.4.- no.4. – P. 6-15.

2. Čurná, V., Lacko-Bartošová, M. 2017. Chemical composition and nutritional value of emmer wheat (*Triticum dicoccon schrank*): A review. / V. Čurná, <http://ntk.kubstu.ru/file/2889>

M. Lacko-Bartošová // Journal of Central European Agriculture, 2017. - Vol. 18. - no. 1.- P. 117-134

3. Dhanavath, S. Nutritional and Nutraceutical Properties of Triticum dicoccum Wheat and Its Health Benefits: An Overview. / S. Dhanavath, U.J.S. Prasada Rao // Journal of Food Science, 2017. -Vol. 82. - no 10. – P. 2243-2250

4. Petrenko, V. Evaluation of three wheat species (*Triticum aestivum* L., *T. spelta* L., *T. dicoccum* (Schrank) Schuebl) commonly used in organic cropping systems, considering selected parameters of technological quality. / V. Petrenko, R. Spychaj, O. Prysiazhniuk, T. Sheiko, L. Khudolii // Romanian Agricultural Research, 2018. - Vol. 35. – P. 255-264

5. Kissing, L. Evaluation of wheat and emmer varieties for artisanal baking, pasta making, and sensory quality. / L. Kissing, K. Dyckb, J. Russelle, L. Clarkd, J. Hamelmane, Sh. Burns-Leaderf, S. Sendersg, J. Jonesh, D. Benschera, M. Davisa, G. Rothi, S. Zwingerj, M. Sorrellsa, J. Dawsonk // Journal of Cereal Science, 2017. - Vol. 74. – P.19-27

6. Богатырёва, Т.Г. Использование полбяной муки в технологии хлебобулочных изделий / Т.Г. Богатырёва, Е.В. Иунихина, А.В. Степанова и др. // Хлебопродукты. – 2013. – № 2. – С. 41-42.

7. Иунихина, Е.В. Совершенствование технологии хлебобулочных изделий для здорового питания на основе применения нетрадиционного сырья: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.01 / Елена Владимировна Иунихина. – М., 2015. – 26 с.

8. Хмелева, Е.В. Технологические решения по применению зерна полбы для производства зернового хлеба / Е.В. Хмелева, Н.А. Березина, В.Ю. Жуков // Хлебопродукты. – 2017. – № 5. – С. 50-55.

9. Silva, B.A. Phytochemical and antioxidant characterization of *Hypericum perforatum* alcoholic extracts / B.A. Silva, F. Ferreres, J.O. Malva, A.C.P. Dias // Food Chemistry. – 2005. – Vol. 90, no. 1-2. – P.157-167

REFERENCES

1. Duchoňová, L. Cereals as basis of preventing nutrition against obesity./ L. Duchoňová, E. Šturdík // *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 2010.- Vol.4.- no.4. – P. 6-15.
2. Čurná, V., Lacko-Bartošová, M. 2017. Chemical composition and nutritional value of emmer wheat (*Triticum dicoccon schrank*): A review. / V. Čurná, M. Lacko-Bartošová // *Journal of Central European Agriculture*, 2017. - Vol. 18. - no. 1.- P. 117-134
3. Dhanavath, S. Nutritional and Nutraceutical Properties of *Triticum dicoccon* Wheat and Its Health Benefits: An Overview. / S. Dhanavath, U.J.S. Prasada Rao // *Journal of Food Science*, 2017. -Vol. 82. - no 10. – P. 2243-2250
4. Petrenko, V. Evaluation of three wheat species (*Triticum aestivum* L., *T. spelta* L., *T. dicoccon* (Schrank) Schuebl) commonly used in organic cropping systems, considering selected parameters of technological quality. / V. Petrenko, R. Spychaj, O. Prysiazhniuk, T. Sheiko, L. Khudolii // *Romanian Agricultural Research*, 2018. - Vol. 35. – P. 255-264
5. Kissing, L. Evaluation of wheat and emmer varieties for artisanal baking, pasta making, and sensory quality. / L. Kissing, K. Dyckb, J. Russelle, L. Clarkd, J. Hamelmane, Sh. Burns-Leaderf, S. Sendersg, J. Jonesh, D. Benschera, M. Davisa, G. Rothi, S. Zwingerj, M. Sorrellsa, J. Dawsonk // *Journal of Cereal Science*, 2017. - Vol. 74. – P.19-27
6. Bogatyreva, T.G. Ispolzovanie polbyanoy muki v tekhnologii khlebobulochnykh izdeliy / T.G. Bogatyreva, E.V. Iunikhina, A.V. Stepanova i dr. // *KHleboprodukty*. – 2013. – № 2. – S. 41-42.
7. Iunikhina, E.V. Sovershenstvovanie tekhnologii khlebobulochnykh izdeliy dlya zdorovogo pitaniya na osnove primeneniya netraditsionnogo syrya: avtoref. dis. kand. tekhn. nauk: 05.18.01 / Elena Vladimirovna Iunikhina. – M., 2015. – 26 s.
8. KHmeleva, E.V. Tekhnologicheskie resheniya po primeneniyu zerna polby dlya proizvodstva zernovogo khleba / E.V. KHmeleva, N.A. Berezina, V.YU. ZHukov // *KHleboprodukty*. – 2017. – № 5. – S. 50-55.

9. Silva, V.A. Phytochemical and antioxidant characterization of *Hypericum perforatum* alcoholic extracts / V.A. Silva, F. Ferreres, J.O. Malva, A.C.P. Dias // *Food Chemistry*. – 2005. – Vol. 90, no. 1-2. – P.157-167

*TECHNOLOGY OF BREAD MADE OF WHOLE DISPERSED TRITICUM
DICOCCUM GRAIN*

E.A. KUZNETSOVA¹, L.V. SHAYAPOVA¹, YA. BRINDZA², E.A KUZNETSOVA¹

*1 Oryol State University named after I. S. Turgenev
95, Komsomolskaya st., Orel, Russian Federation, 302026,
e-mail: elkuznetcova@yandex.ru*

*2 Slovak Agricultural University in Nitra,
2, Andrew Glinka st., Nitra, Slovakia, 949 76*

An urgent problem is the search for unconventional raw materials for baking in order to expand the range of bakery products of increased nutritional value and antioxidant activity for preventive nutrition. *Triticum dicoccum* (spelt) – one of the ancient types of wheat, which is becoming popular for use in baking due to the health benefits. The aim of the work is to develop the technology of grain bakery products from dispersed grain *Triticum dicoccum* (spelt). The object of the study was the *Triticum dicoccum* grain (spelt) of the Saratov variety grown in the Orel region. The paper used standard methods for the study of dough and bread. Developed the technology of bread made of whole dispersed *Triticum dicoccum* grain, including preliminary soaking in a solution of the complex enzyme preparation cellulose with phytase and use while preparing dough, dense grain sourdough from whole wheat flour. Developed bread had improved quality compared to the control is made according to GOST 25832-89, had longer periods of freshness and possessed antioxidant activity. The developed bakery products allow to expand the range of preventive products.

Keywords: grain, *Triticum dicoccum*, fermentation, technology, bread